

# PROSIDING RITEKTRA

MAKASSAR, 2 - 3 AGUSTUS 2018

<http://ritektra.uajm.ac.id>

ISBN 978-602-07094-7-6



Supported By:



**Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan VIII**

## **REKAYASA DAN INOVASI IPTEKS DALAM MEMBANGUN NEGARA MARITIM**

**PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL  
RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8  
(RITEKTRA VIII) 2018**

**REKAYASA DAN INOVASI IPTEKS DALAM MEMBANGUN NEGARA MARITIM**



**PERGURUAN TINGGI PENYELENGGARA SEMINAR**



**PERGURUAN TINGGI PELAKSANA**



**UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR**  
Alamat: Jl. Tanjung Alang, No 23, Makassar  
Telp. (0411)871038/871733, Fax. (0411)870294  
Website: [www.uajm.ac.id](http://www.uajm.ac.id)

**Diterbitkan Oleh:  
Fakultas Teknik  
Unika Atma Jaya Jakarta, Jakarta Pusat**

**SUSUNAN DEWAN REDAKSI  
SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8  
(RITEKTRA VIII) 2018**

Diseminarkan pada tanggal 02 Agustus 2018, di Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar

Pelindung	:Rektor Universitas Atma Jaya Makassar
Pengarah	:Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Makassar
Ketua Panitia	:Ir. Yuada Rumengan,M.T.
Sekretaris	:Erick Alfons Lisangan,S.T.,M.Sc.
Kesekretariatan	:Simon Patabang,S.T.,M.T. Elisabeth,S.Kom,M.SI. Markus Reken
Seksi Acara	:Yudith Helene Mustakim,S.T.,M.T.
Editor dan Penata Letak	: Simon Patabang,S.T.,M.T.
Desain Sampul	: Elisabeth,S.Kom,M.SI.

*Penelaah/Reviewer:*

1. Dr. Ir. Iswanjono, M.T. (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
2. Lianly Rompis, S.T., M.ITS (Universitas De La Salle Manado)
3. Bernadeta Wuri Harini, MT (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
4. Jeremias Leda, S.T., M.Sc. (Universitas Atma Jaya Makassar)
5. Ir. Kinley Aritonang, Msie., Ph. D. (Universitas Parahyangan Bandung)
6. Ronald Rachmadai, S.T., M.T. (Universitas De La Salle Manado)
7. Dr. Melani Adrian (Universitas De La Salle Manado)
8. Debby Paseru, S.T., MMSI., M.Ed (Universitas De La Salle Manado)
9. Immanuella Saputro, S.Si., M.T. (Universitas De La Salle Manado)
10. N. Tri Suswanto Saptadi, S.Kom, M.M., M.T. (Universitas Atma Jaya Makassar)
11. Adi Chandra Syarif, M.Sc. (Universitas Atma Jaya Makassar)
12. Dr. Muhammad Dani Supardan, S.T., M.T. (Universitas Syiah Kuala)
13. I Gusti Ketut Puja, M.T. (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
14. Jeri T Siang, S.T., M.T. (Universitas Atma Jaya Makassar)
15. Tri Basuki Joewono, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Parahyangan Bandung)
16. Dr. Ir. Firdaus Chaeruddin, M.S. (Universitas Atma Jaya Makassar)
17. Richard Frans, S.T., M.T. (Universitas Atma Jaya Makassar)

Tema Seminar:

**REKAYASA DAN INOVASI IPTEKS DALAM MEMBANGUN NEGARA  
MARITIM**

**ISBN 978-602-97094-7-6**

**© Agustus 2018**

**Diterbitkan Oleh:**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta**

## **KATA PENGANTAR**

Salam Sejahtera,

Puji syukur senantiasa kita panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmatNya kepada kita semua, sebagai warga negara Indonesia.

Indonesia adalah sebuah negara yang memiliki lebih dari 17.000 pulau dan memiliki wilayah yang sangat luas, dimana dua pertiga dari wilayah ini adalah laut. Besarnya potensi kekayaan laut yang dimiliki Indonesia, harus dimanfaatkan untuk menjadikan Indonesia sebagai poros maritim dunia. Peran ilmuwan khususnya bidang keteknikan sangat dibutuhkan.

Para Dekan Fakultas Teknik, Fakultas Teknologi Industri, Fakultas Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi yang berhimpun dalam suatu Forum Dekan untuk perguruan tinggi yang tergabung dalam Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik (APTIK) seluruh Indonesia, menyadari pentingnya untuk berpartisipasi dan bersama-sama dengan pemerintah mewujudkan Negara Maritim Indonesia yang mandiri.

Salah satu peran tersebut diwujudkan lewat suatu pelaksanaan Seminar Nasional yang berkelanjutan, yang diadakan secara bergilir di antara para anggota APTIK. Pada tahun 2018 ini, Fakultas Teknik dan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Atma Jaya Makassar menjadi penyelenggara. Seminar Nasional kali ini adalah yang ke-8 dengan Tema: **Rekayasa dan Inovasi IPTEKS Dalam Membangun Negara Maritim**.

Terima kasih disampaikan kepada Dekan Fakultas Teknik dan Dekan Fakultas Teknologi Informasi serta seluruh panitia dan semua pihak yang telah mendukung terlaksananya kegiatan Seminar Nasional **Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA)** yang ke-8, Tahun 2018.

Makassar, Agustus 2018

Rektor,

Universitas Atma Jaya Makassar



**Ferdinandus Sampe, S.E., M.Bus., Ph.D.**

## SAMBUTAN KETUA PANITIA

Syalom dan Salam sejahtera.

Sepatutnya dan selaknyalah kita menghaturkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena perkenanNya maka Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan VIII – 2018, ini dapat dilaksanakan.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankan kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

- Pimpinan Universitas Atma Jaya Makassar,
- Para Dekan yang tergabung dalam Forum Dekan Teknik Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik (APTİK)
- Para *Keynote Speaker*
- Para Pemakalah dan peserta Seminar
- Para undangan, Sponsor dan alumni serta seluruh Anggota Panitia.

Seminar kali ini adalah Seminar Nasional ke-8, yang merupakan Program dari Forum Dekan Teknik APTİK untuk saling bertukar informasi, pengetahuan dan hasil-hasil penelitian, sebagai salah satu wujud sumbangan untuk kemajuan teknologi.

Akhirnya sekali lagi kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang mendukung terlaksananya seminar kali ini. Selamat mengikuti seminar.

Makassar, Agustus 2018  
Ketua Panitia Seminar Nasional RITEKTRA 8,



**Ir. Yuada Rumengan, M.T.**

**SUSUNAN ACARA  
SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8  
(RITEKTRA VIII) 2018**

**Tema Seminar:  
“Rekayasa Dan Inovasi Ipteks Dalam Membangun Negara Maritim”**

**UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR  
MAKASSAR, 02-03 AGUSTUS 2018**

<b>Waktu</b>	<b>Kegiatan</b>
08.00-09.00	Registrasi Pemakalah/Peserta
09.00-10.00	Pembukaan
	1. Kata Sambutan oleh Ketua Panitia RITEKTRA ke-8
	2. Kata Sambutan oleh Rektor Universitas Atma Jaya Makassar
	3. Kata Sambutan oleh Kepala Badan Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah IX
10.00-10.30	<i>Coffee Break</i>
10.30-13.00	<i>Keynote Speaker</i>
	1. Prof. Richardus Eko Indrajit
	2. Felycia Edi Soetaredjo,S.T.,M.Phil.,Ph.D,IPM
	3. Emilia De Wilde De Ligny,Ph.D
	4. EUR ING Dr Rusdy Hartungi,M.Eng.,M.Sc.,MBA,MCIBSE,MIET,Int(PE)
13.00-14.00	<b>ISHOMA</b>
14.00-16.30	<i>Parallel Session</i>
	Rapat Forum Dekan
17.00-21.00	<i>Gala Dinner</i>

**JADWAL SESI PARALEL**  
**SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8**  
**(RITEKTRA VIII) 2018**  
**UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR**

Ruangan : T1

Konsentrasi: Teknik Sipil dan Arsitektur

Moderator : Yudith H. Mustakim, S.T., M.T.

No	Judul Makalah	Nama Pemakalah
1	PENGGUNAAN ABU SERABUT KELAPA DENGAN PEMBAKARAN 800 <sup>0</sup> DAN 1000 <sup>0</sup> CELCIUS SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN PADA BETON	Ade Lisantono Jap Yovita Natalie
2	PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADA PENINGKATAN KUAT TEKAN BATA TANAH LIAT KAPUR PRESS	Kristiana Bebhe Richardus Daton
3	PERILAKU GESER TANAH YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR - ABU SEKAM PADI DAN TULANGAN SERAT POLYESTER	Hendra Suryadharma John Tri Hatmoko
4	“KEBERLANJUTAN DAN PERUBAHAN” ORIENTASI PERMUKIMAN KAJIAN FENOMENA PERMUKIMAN AIRMATA DI BANTARAN KALI KACA KOTA KUPANG	Reginaldo Christophori Lake
5	PERANCANGAN PERMUKIMAN PADAT PENDUDUK PINGGIR SUNGAI DENGAN PENDEKATAN <i>SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS</i> DI SRENGSENG JAKARTA BARAT,INDONESIA	Yanita Mila Ardiani Noegroho Carolina
6	PEMODELAN DEMAND PENUMPANG DI BANDAR UDARA FRANS SEDA MAUMERE	J.Dwijoko Ansusanto Alfredo Satriawan Kabupung
7	IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH DALAM ESTIMASI BIAYA TIDAK LANGSUNG PROYEK KONSTRUKSI	Marinus Linggi Kala' Lino
8	KAJIAN KECUKUPAN INFRASTRUKTUR PARIWISATA DI TORAJA PROVINSI SULAWESI SELATAN	Peter F Kaming Fritswel Ratmadi Payung
9	HARMONISASI PENGEMBANGAN KAMPONG ORGANIK BERBASIS KOMUNITAS DI KOTA YOGYAKARTA	Paulus Bawole Haryati B Sutanto Winarna
10	PERUBAHAN PERILAKU GESER TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN OLEH PENGARUH TEMPERATUR PEMERAMAN	John Tri Hatmoko Hendra Suryadharma
11	ANALISA FAKTOR PENGARUH TENAGA KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PASANGAN DINDING BATAKO	Sebastianus B. Henong Elias G Kilok Agustinus H. Pattiraja
12	IMPLEMENTASI KONSTRUKSI BERKELANJUTAN PADA PENANGANAN BANGUNAN PASCA KEBAKARAN DENGAN FIBER REINFORCED POLYMER (FRP) DAN JACKETING (STUDI KASUS PADA PASAR 'X' SEMARANG)	Stefanus Erik Susanto Ivan Hidayat Hermawan David Widiyanto Albertus Kriswandhono
13	PROGRAM SIMULASI WUFI-2D UNTUK PENGAMBARAN TRANSPORT PANAS PADA BANGUNAN GEDUNG (STUDI KASUS GEDUNG THOMAS AQUINAS UNIKA SOEGIJAPRANATA SEMARANG)	L.M.F. Purwanto

**JADWAL SESI PARALEL  
SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8  
(RITEKTRA VIII) 2018  
UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR**

Ruangan : T2  
Konsentrasi: Teknik Sipil dan Arsitektur  
Moderator : Dr. Ir. Firdaus Chaeruddin, M.S.

No	Judul Makalah	Nama Pemakalah
1	REDUKSI UKURAN MODEL UNTUK ANALISIS DINAMIK DENGAN CARA KONDENSASI DINAMIK	Yoyong Arfiadi Richard Frans
2	CRITICAL SUCCESS FACTORS (CSF) HUBUNGAN KERJA SAMA ANTARA KONTRAKTOR DENGAN PEMASOK PROYEK KONSTRUKSI: PENDEKATAN KAJIAN LITERATUR	Heru Utama
3	FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KONTRAKTOR MENGADOPSI TEKNOLOGI BETON PRACETAK	Jaka Aditya Rama Pranajaya
4	VISUALISASI DATA MEDIA SOSIAL UNTUK MEMBANGUN PETA PENGGUNAAN RUANG KOTA	Sushardjanti Felasari M. Sani Roychansyah
5	ANALISIS PROFIL LULUSAN ARSITEKTUR	Suzzana Winda Artha Mustika Yohanes Dicka Pratama R. Kristoforus Jawa Bendi
6	APLIKASI VEKTOR BEBAN PENENTU LOKASI KERUSAKAN PADA STRUKTUR PLANE STRESS	Richard Frans Yoyong Arfiadi
7	INISIASI KONSTRUKSI HIJAU UNTUK PROYEK GEDUNG DI INDONESIA	Wulfram I. Ervianto
8	PENGARUH LINGKUNGAN KERJA DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA	Gerald Winardi Yuada Rumengan Yudith Helene Mustakim
9	KONSEP "AMONG TANI DAGANG LAYAR" TATA RUANG WILAYAH DIY DAN PEMBANGUNAN KAWASAN WISATA BAHARI	Amos Setiadi
10	PENGARUH SERBUK BATU KAPUR SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON	Nelwan Rante Tondok Jonie Tanijaya Hendry Tanoto Kalangi
11	EVALUASI BIAYA DAN WAKTU DENGAN METODE EARNED VALUE ANALYSIS	Prayogo Tommy Prasetyo Stevy Thioritz Yudith Helene Mustakim
12	KEBIJAKAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA KONTRAKTOR DI DKI JAKARTA	Harijanto Setiawan Primawardani

**JADWAL SESI PARALEL  
SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8  
(RITEKTRA VIII) 2018  
UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR**

Ruangan : T3  
Konsentrasi: Teknik Mesin dan Teknik Industri  
Moderator : Drs. Ir. Frederik Palallo, M.T.

No	Judul Makalah	Nama Pemakalah
1	INVESTIGASI MIKROSTRUKTUR DARI BAJA YANG DISAMBUNGAN SECARA DIFFUSI ISOSTATIS	Widodo Widjaja Basuki
2	CONCEPTUAL DESIGN OF HIGH SPEED CRAFT FOR ENSURING SAFETY OF LIFE AT SEA AND HAZARDOUS COLLISION	Fred Wenehenubun
3	SISTEM ANTRIAN KANTOR PAJAK DENGAN MODEL SIMULASI (STUDI KASUS JALAN KAPTEN A. RIVAI)	Achmad Alfian
4	PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK MENGANGKUT KACANG KEDELAI (STUDI KASUS DI CV. Z)	Luizinho Antonio Ximenes Moreira Julius Mulyono Hadi Santosa
5	PENERAPAN METODE SUBSTITUSI METRIS PADA FISIKA PEMUAIAN DENGAN TEMPERATUR DINAMIS SEKITAR NILAI TERTENTU	Stephanus Ivan Goenawan
6	PENGUJIAN PROKSIMASI LIMBAH KULIT BIJI JAMBU MENTE HASIL PIROLISIS	Inong Oskar Andi Erwin Eka Putra Effendy Arif
7	KARAKTERISTIK TEKANAN PADA BADAN RAMPUMP DENGAN VARIASI SAMBUNGAN-T	Juanda Saroha Sihotang Dwiseno Wihadi
8	KAJIAN PEMBEBANAN STATIS PADA DESAIN PURWARUPA SASIS MOBIL LISTRIK DRIYARKARA BERBASIS APLIKASI ELEMEN HINGGA	Achilleus Hermawan Astyanto Yana Resti Yanto Stephanus Debby Adolf Baskoro Wisnu Aji Freddy Saputra Romanti
9	OPTIMASI KUAT TEKAN PAVING BLOCK DENGAN METODE RESPONSE SURFACE (STUDI KASUS : DI UD. X)	Riky Yudha Pratama Luh Juni Asrini Martinus Edy Sianto
10	ANALISIS KECACATAN PRODUK WALL TILE PADA PT. MULIA KERAMIK INDAHRAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN KUALITAS	Chendrasari Wahyu Oktavia Riana Magdalena Jessica Ardelia Gotama
11	ANALYTICAL STUDY ON THE ILLUMINATION OF OFFICE TO SUPPORT HEALTHY WORKING SPACES	Fred Wenehenubun

**JADWAL SESI PARALEL**  
**SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8**  
**(RITEKTRA VIII) 2018**  
**UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR**

Ruangan : T4  
Konsentrasi: Teknik Elektro  
Moderator : Ir. Syahir Mahmud, M.T.

No	Judul Makalah	Nama Pemakalah
1	RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS	Andrew Pranata Melisa Mulyadi Harlianto Tanudjaja
2	SISTEM PENGENDALI LEVEL AIR DENGAN ALGORITMA PROPORTIONAL, INTEGRAL, DERRIVATIVE BERBASIS SUPERVISORY, CONTROL, AND DATA ACQUISITION	Brian Wijaya Melisa Mulyadi
3	SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH DENGAN RFID BERBASIS WIRELESS ESP8266	Ryan Laksmana Singgeta Pinrolinvic D.K. Manembu Mark D. Rembet
4	PEMBELAJARAN SCADA BAGI MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO UNTUK MENJAWAB TANTANGAN DAN PELUANG REVOLUSI INDUSTRI 4.0	Th. Prima Ari Setiyani Martanto
5	RANCANG BANGUN SISTEM TENAGA SURYA DENGAN BATTERY CHARGE CONTROLLER HYBRID	Rasional Sitepu Andrew Joewono Peter R Angka Andrian T
6	RANCANG BANGUN MESIN PENGERING BUAH PINANG TENAGA SURYA HYBRID HEMAT ENERGI	Andrew Joewono Julius Mulyono Fian Agustino W Laurentius Nico W Ahmad Hasan K
7	UPLINK PADA NON ORTHOGONAL MULTIPLE ACCESS	Renaldo Liojaya Theresia Ghozali
8	UNJUK KERJA KECEPATAN EKSEKUSI PADA DEEP CONVOLUTIONAL NETWORK	Wiwien Widyastuti Budi Darmawan
9	RANCANG BANGUN MESIN PENGGORENG KERUPUK SINGKONG OTOMATIS-HEMAT ENERGI	Andrew Joewono Fian Agustino W Laurentius Nico W Ahmad Hasan K Dewi Wulandari
10	PENERAPAN FUZZY C-MEAN UNTUK PEMETAAN PRESTASI AKADEMIK MAHASISWA BERDASARKAN TEST POTENSI AKADEMIK PADA PENERIMAAN CALON MAHASISWA	Tjendro Vincent Suhartono Romi Satrio Wahono
11	PENGAMATAN BADAI CUACA UNTUK MENDUKUNG AKTIVITAS PELUNCURAN SATELIT	Wayan Suparta
12	MONITOR SISA CAIRAN INFUS INTRAVENA DENGAN PENIMBANGAN BERAT	Hartono Pranjoto Lanny Agustine Yesiana D. W. Werdani Diana Lestariningsih B. Brian Teja Pahar
13	ANALISIS TAHANAN KONTAK PERMUKAAN PADA PENGHANTAR TEMBAGA DAN TEMBAGA BERLAPIS TIMAH	Syahir Mahmud Limbran Sampebatu
14	STUDI ALIRAN DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN SULAWESI SELATAN	Jeremias Leda Simon Patabang

**JADWAL SESI PARALEL  
SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8  
(RITEKTRA VIII) 2018  
UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR**

Ruangan : T5  
Konsentrasi: Informatika  
Moderator : Hans Marwi, S.Kom., M.I.T.

No	Judul Makalah	Nama Pemakalah
1	IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEANS DAN J48 DALAM MENGIDENTIFIKASI DIABETES INSIPIDUS PADA USIA PRODUKTIF: MAHASISWA	Apriandy Angdresey Jeniver Matruty
2	PERBANDINGAN METODE NEWTON-RAPHSON MODIFIKASI DAN METODE SECANT MODIFIKASI DALAM PENENTUAN AKAR PERSAMAAN	Patrisius Batarius
3	REKOMENDASI MAKANAN DENGAN PENDEKATAN TECHNIQUE FOR ORDER PERFORMANCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)	Robertus Adi Nugroho
4	DEVELOP SMART CITY GOVERNANCE THROUGH SOCIETY PERCEPTION CHANGE BASED ON GOOGLE FORM APPLICATION	N. Tri Suswanto Saptadi Ferdinandus Sampe
5	PENERAPAN TEKNIK PEWARNAAN SIMPUL GRAF PADA PERMASALAHAN PENJADWALAN KULIAH	Theresia Sunarni R. Kristoforus Jawa Bendi Achmad Alfian
6	RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION DENGAN AKSES MULTI-LEVEL BERBASIS WEB	Pinrolinvic Manembu Debby Paseru
7	SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN PASAR TRADISIONAL DI KOTA KUPANG BERBASIS WEB	Jetri Nabuasa Natalia Magdalena R. Mamulak
8	PENGGUNAAN FUNGSI HEURISTIK SEDERHANA PADA NON-PLAYER CHARACTER PERMAINAN LUDO	R. Kristoforus Jawa Bendi Amelia Sibagariang
9	APLIKASI PENENTUAN JALUR TERDEKAT KE LOKASI ATM MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA	Gledys F Sigarlaki Debby Paseru Thomas Suwanto
10	APLIKASI WEB GAMIFIKASI MATA KULIAH	Escobar Sumampouw Thomas Suwanto Rinaldi Munir
11	IMPLEMENTASI MODEL GAMIFIKASI DENGAN MDA FRAMEWORK PADA APLIKASI PENGELOLAAN MATA KULIAH	Michael George Sumampouw
12	PENGELOMPOKAN TINGKAT KRIMINALITAS DI KOTA YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING	Eduardus Hardika Sandy Atmaja
13	SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PROGRAM STUDI DI UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE MANADO MENGGUNAKAN METODE AHP	Vivie Deyby Kumenap

**JADWAL SESI PARALEL**  
**SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8**  
**(RITEKTRA VIII) 2018**  
**UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR**

Ruangan : RB

Konsentrasi: Sains dan Teknologi, Teknik Mesin, Teknik Industri

Moderator : Dr. Ir. Cherly Tanamal, M.P.

No	Judul Makalah	Nama Pemakalah
1	PIROLISIS PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR KENDARAAN BERMOTOR	Setiyadi Celerina Ronny A
2	PENGEMBANGAN MODEL VERTICAL CONSTRUCTED WETLAND SEBAGAI ALTERNATIF SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK PERMUKIMAN KAMPUNG KOTA	Haryati Sutanto Paulus Bawole
3	ANALISIS DATA KETAHANAN HIDUP DENGAN MODEL REGRESI COX PROPORSIONAL HAZARDS	Etri Amiani Ig. Aris Dwiatmoko
4	SIMULASI NUMERIS GELOMBANG PERIODIK DI PANTAI BERTOPOGRAFI MIRING MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ANUGA	Sudi Mungkasi
5	NANO ADSORBEN DARI BIOPOLIMER SELULOSA SEBAGAI PENYERAP TEMBAGA DALAM AIR	Shella Permatasari Santoso
6	PENYELESAIAN MASALAH PENGEPAKAN BARANG DENGAN ALGORITMA GENETIKA	Christina Eka Septyaningsih Hartono
7	RANCANG BANGUN PEMBUAT BENANG PLA	Djoko Setyanto Marten Darmawan Charvin Chandra
8	PENERAPAN STRATEGI PERAWATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA MESIN CONVERSION (STUDI KASUS PT. XYZ)	Liberty Sopaheluwakan Hadi Santosa Ivan Gunawan
9	EVALUASI DAN PERBAIKAN SISTEM PELAYANAN LOKET BADAN PENYELENGGARA JAMINAN SOSIAL (BPJS) CABANG SURABAYA MENGGUNAKAN SIMULASI	Agatha Nusamaris Keban Ig. Jaka Mulyana Luh Juni Asrini
10	PENGGUNAAN METODE KANO UNTUK MANGANALISIS KUALITAS LAYANAN BOOKING HOTEL MELALUI TRAVELOKA	Wibawa Prasetya Debby Karini
11	USULAN PENGUKURAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE OBJECTIVE MATRIX PADA PT. XYZ	Riana Magdalena Wibawa Prasetya Steffi Ratnadewi

## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL JUDUL</b> .....	i
<b>SUSUNAN DEWAN REDAKSI</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>SAMBUTAN KETUA PANITIA RITEKTRA 8</b> .....	iv
<b>SUSUNAN ACARA RITEKTRA 8</b> .....	v
<b>JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T1</b>	
Konsentrasi: Teknik Sipil dan Arsitektur .....	vi
<b>JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T2</b>	
Konsentrasi: Teknik Sipil dan Arsitektur .....	vii
<b>JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T3</b>	
Konsentrasi: Teknik Mesin dan Teknik Industri.....	viii
<b>JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T4</b>	
Konsentrasi: Teknik Elektro .....	ix
<b>JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T5</b>	
Konsentrasi: Informatika.....	x
<b>JADWAL SESI PARALEL RUANGAN RB</b>	
Konsentrasi: Sains dan Teknologi, Teknik Mesin, Teknik Industri .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii

### **KEYNOTES SPEAKERS**

**REMOVAL OF HAZARDOUS SUBSTANCES FROM WATER AND  
WASTEWATER USING POLYMET BASED NANOCOMPOSITE AS  
ADSORBENT**

Felicia Edi Soetaredjo KS-1

**INNOVATION, SCIENCE AND TECHNOLOGY  
FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION IN A DEVELOPING  
MARITIME COUNTRY**

Emilia.L.C. van Egmond KS-7

**POWER QUALITY IN MODERN HEALTH FACILITY**

Rusdy Hartungi KS-26

## **KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK SIPIL (TS)**

- PENGUNAAN ABU SERABUT KELAPA DENGAN PEMBAKARAN 8000 DAN 10000 CELCIUS SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN PADA BETON**  
Ade Lisantono dan Jap Yovita Natalie TS-1
- PEMODELAN DEMAND PENUMPANG DI BANDAR UDARA FRANS SEDA MAUMERE**  
J.Dwijoko Anusanto dan Alfrendo Satriawan Kabupung TS-7
- KEBIJAKAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA KONTRAKTOR DI DKI JAKARTA**  
Harijanto Setiawan dan Primawardani TS-13
- CRITICAL SUCCESS FACTORS (CSF) HUBUNGAN KERJA SAMA ANTARA KONTRAKTOR DENGAN PEMASOK PROYEK KONSTRUKSI: PENDEKATAN KAJIAN LITERATUR**  
Heru Utama TS-21
- FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KONTRAKTOR MENGADOPSI TEKNOLOGI BETON PRACETAK**  
Jaka Aditya Rama Pranajaya TS-31
- PENGARUH SERBUK BATU KAPUR SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON**  
Nelwan Rante Tondok, Jonie Tanijaya, dan Hendry Tanoto Kalangi TS-41
- PERILAKU GESER TANAH YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR - ABU SEKAM PADI DAN TULANGAN SERAT POLYESTER**  
Hendra Suryadharma dan John Tri Hatmoko TS-48
- PERUBAHAN PERILAKU GESER TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN OLEH PENGARUH TEMPERATUR PEMERAMAN**  
John Tri Hatmoko dan Hendra Suryadharma TS-58
- APLIKASI VEKTOR BEBAN PENENTU LOKASI KERUSAKAN PADA STRUKTUR PLANE STRESS**  
Richard Frans dan Yoyong Arfiadi TS-68
- ANALISA FAKTOR PENGARUH TENAGA KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PASANGAN DINDING BATAKO**  
Sebastianus B. Henong, Elias G Kilok , dan Agustinus H. Pattiraja TS-76
- IMPLEMENTASI KONSTRUKSI BERKELANJUTAN PADA PENANGANAN BANGUNAN PASCA KEBAKARAN DENGAN FIBER REINFORCED POLYMER (FRP) DAN JACKETING (Studi Kasus Pada Pasar 'X' Semarang)**  
Stefanus Erik Susanto, Ivan Hidayat, Hermawan, David Widiyanto, dan Albertus Kriswandhono TS-83
- INISIASI KONSTRUKSI HIJAU UNTUK PROYEK GEDUNG DI INDONESIA**  
Wulfram I. Ervianto TS-92

<b>KAJIAN KECUKUPAN INFRASTRUKTUR PARIWISATA DI TORAJA PROVINSI SULAWESI SELATAN</b> Peter F Kaming dan Fritswel Ratmadi Payung	TS-98
<b>IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH DALAM ESTIMASI BIAYA TIDAK LANGSUNG PROYEK KONSTRUKSI</b> Marinus Linggi Kala' Lino	TS-108
<b>PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADA PENINGKATAN KUAT TEKAN BATA TANAH LIAT KAPUR PRESS</b> Kristiana Bebbe dan Richardus Daton	TS-116
<b>REDUKSI UKURAN MODEL UNTUK ANALISIS DINAMIK DENGAN CARA KONDENSASI DINAMIK</b> Yoyong Arfiadi dan Richard Frans	TS-123
<b>PENGARUH LINGKUNGAN KERJA DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA</b> Gerald Winardi, Yuada Rumengan, dan Yudith Helene Mustakim	TS-133
<b>PROGRAM SIMULASI WUFI-2D UNTUK PENGGAMBARAN TRANSPORT PANAS PADA BANGUNAN GEDUNG (Studi Kasus Gedung Thomas Aquinas Unika Soegijapranata Semarang)</b> L.M.F. Purwanto	TS-141
<b><u>KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK ARSITEKTUR (TA)</u></b>	
<b>PERANCANGAN PERMUKIMAN PADAT PENDUDUK PINGGIR SUNGAI DENGAN PENDEKATAN SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS DI SRENGSENG JAKARTA BARAT,INDONESIA</b> Yanita Mila Ardiani, Noegroho, dan Carolina	TA-1
<b>ANALISIS PROFIL LULUSAN ARSITEKTUR</b> Suzzana Winda Artha Mustika, Yohanes Dicka Pratama, dan R. Kristoforus Jawa Bendi	TA-10
<b>VISUALISASI DATA MEDIA SOSIAL UNTUK MEMBANGUN PETA PENGUNAAN RUANG KOTA</b> Sushardjanti Felasari dan M. Sani Roychansyah	TA-22
<b>KEBERLANJUTAN DAN PERUBAHAN” ORIENTASI PERMUKIMAN KAJIAN FENOMENA PERMUKIMAN AIRMATA DI BANTARAN KALI KACA KOTA KUPANG</b> Reginaldo Christophori Lake	TA-28
<b>HARMONISASI PENGEMBANGAN KAMPONG ORGANIK BERBASIS KOMUNITAS DI KOTA YOGYAKARTA</b> Paulus Bawole, Haryati B Sutanto, dan Winarna	TA-37
<b>KONSEP ”AMONG TANI DAGANG LAYAR” TATA RUANG WILAYAH DIY DAN PEMBANGUNAN KAWASAN WISATA BAHARI</b> Amos Setiadi	TA-43

## **KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK MESIN (TM)**

### **KAJIAN PEMBEBANAN STATIS PADA DESAIN PURWARUPA SASIS MOBIL LISTRIK DRIYARKARA BERBASIS APLIKASI ELEMEN HINGGA**

Achilleus Hermawan Astyanto, Yana Resti Yanto, Stephanus Debby, Adolf Baskoro Wisnu Aji, dan Freddy Saputra Romanti TM-1

### **CONCEPTUAL DESIGN OF HIGH SPEED CRAFT FOR ENSURING SAFETY OF LIFE AT SEA AND HAZARDOUS COLLISION**

Fred Wenehenubun TM-8

### **ANALYTICAL STUDY ON THE ILLUMINATION OF OFFICE TO SUPPORT HEALTHY WORKING SPACES**

Fred Wenehenubun TM-17

### **PENGUJIAN PROKSIMASI LIMBAH KULIT BIJI JAMBU MENTE HASIL PIROLISIS**

Inong Oskar, Andi Erwin Eka Putra, dan Effendy Arif TM-28

### **RANCANG BANGUN PEMBUAT BENANG PLA**

Djoko Setyanto, Marten Darmawan, dan Charvin Chandra TM-32

### **KARAKTERISTIK TEKANAN PADA BADAN RAMPUMP DENGAN VARIASI SAMBUNGAN-T**

Juanda Saroha Sihotang dan Dwiseno Wihadi TM-39

### **INVESTIGASI MIKROSTRUKTUR DARI BAJA YANG DISAMBUNGAN SECARA DIFFUSI ISOSTATIS**

Widodo Widjaja Basuki TM-45

## **KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRO (TE)**

### **RANCANG BANGUN MESIN PENGERING BUAH PINANG TENAGA SURYA HYBRID HEMAT ENERGI**

Andrew Joewono, Julius Mulyono, Fian Agustino W, Laurentius Nico W, dan Ahmad Hasan K TE-1

### **RANCANG BANGUN MESIN PENGGORENG KERUPUK SINGKONG OTOMATIS-HEMAT ENERGI**

Andrew Joewono, Fian Agustino W, Laurentius Nico W, Ahmad Hasan K, dan Dewi Wulandari TE-8

### **RANCANG BANGUN SISTEM TENAGA SURYA DENGAN BATTERY CHARGE CONTROLLER HYBRID**

Andrew Joewono, Rasional Sitepu, Peter R Angka, dan Andrian T TE-21

### **RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS**

Andrew Pranata, Melisa Mulyadi, dan Harlianto Tanudjaja TE-31

### **MONITOR SISA CAIRAN INFUS INTRAVENA DENGAN PENIMBANGAN BERAT**

Hartono Pranjoto, Lanny Agustine, Yesiana D. W. Werdani, Diana Lestariningsih, dan B. Brian Teja Pahar TE-39

<b>SISTEM PENGENDALI LEVEL AIR DENGAN ALGORITMA PROPORTIONAL, INTEGRAL, DERRIVATIVE BERBASIS SUPERVISORY, CONTROL, AND DATA ACQUISITION</b> Brian Wijaya dan Melisa Mulyadi	TE-48
<b>STUDI ALIRAN DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN SULAWESI SELATAN</b> Jeremias Leda dan Simon Patabang	TE-57
<b>PEMBELAJARAN SCADA BAGI MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO UNTUK MENJAWAB TANTANGAN DAN PELUANG REVOLUSI INDUSTRI 4.0</b> Th. Prima Ari Setiyani dan Martanto	TE-71
<b>UPLINK PADA NON ORTHOGONAL MULTIPLE ACCESS</b> Renaldo Liojaya dan Theresia Ghozali	TE-80
<b>SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH DENGAN RFID BERBASIS WIRELESS ESP8266</b> Ryan Laksmana Singgeta, Pinrolinvic D.K. Manembu, dan Mark D. Rembet	TE-87
<b>PENERAPAN FUZZY C-MEAN UNTUK PEMETAAN PRESTASI AKADEMIK MAHASISWA BERDASARKAN TEST POTENSI AKADEMIK PADA PENERIMAAN CALON MAHASISWA</b> Tjendro, Vincent Suhartono, dan Romi Satrio Wahono	TE-97
<b>PENGAMATAN BADAI CUACA UNTUK MENDUKUNG AKTIVITAS PELUNCURAN SATELIT</b> Wayan Suparta	TE-105
<b>UNJUK KERJA KECEPATAN EKSEKUSI PADA DEEP CONVOLUTIONAL NETWORK</b> Wiwien Widyastuti dan Budi Darmawan	TE-112
<b>ANALISIS TAHANAN KONTAK PERMUKAAN PADA PENGHANTAR TEMBAGA DAN TEMBAGA BERLAPIS TIMAH</b> Syahir Mahmud dan Limbran Sampebatu	TE-117

### **KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI (TI)**

<b>SISTEM ANTRIAN KANTOR PAJAK DENGAN MODEL SIMULASI (STUDI KASUS JALAN KAPTEN A. RIVAI)</b> Achmad Alfian	TI-1
<b>ANALISIS KECACATAN PRODUK WALL TILE PADA PT. MULIA KERAMIK INDAHRAJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN KUALITAS</b> Chendrasari Wahyu Oktavia, Riana Magdalena, dan Jessica Ardelia Gotama	TI-14
<b>PENGUNAAN METODE KANO UNTUK MANGANALISIS KUALITAS LAYANAN BOOKING HOTEL MELALUI TRAVELOKA</b> Wibawa Prasetya dan Debby Karini	TI-25

<b>OPTIMASI KUAT TEKAN PAVING BLOCK DENGAN METODE RESPONSE SURFACE (STUDI KASUS : DI UD. X)</b> Riky Yudha Pratama, Luh Juni Asrini, dan Martinus Edy Sianto	TI-34
<b>PENERAPAN METODE SUBSTITUSI METRIS PADA FISIKA PEMUAIAN DENGAN TEMPERATUR DINAMIS SEKITAR NILAI TERTENTU</b> Stephanus Ivan Goenawan	TI-44
<b>PENERAPAN STRATEGI PERAWATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA MESIN CONVERSION (STUDI KASUS PT. XYZ)</b> Liberty Sopaheluwakan, Hadi Santosa, dan Ivan Gunawan	TI-49
<b>EVALUASI DAN PERBAIKAN SISTEM PELAYANAN LOKET BADAN PENYELENGGARA JAMINAN SOSIAL (BPJS) CABANG SURABAYA MENGGUNAKAN SIMULASI</b> Agatha Nusamaris Keban, Ig. Jaka Mulyana, dan Luh Juni Asrini	TI-59
<b>USULAN PENGUKURAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE OBJECTIVE MATRIX PADA PT. XYZ</b> Riana Magdalena, Wibawa Prasetya, dan Steffi Ratnadewi	TI-65
<b>PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK MENGANGKUT KACANG KEDELAI (STUDI KASUS DI CV. Z)</b> Luizinho Antonio Ximenes Moreira, Julius Mulyono, dan Hadi Santosa	TI-73
<b><u>KELOMPOK KONSENTRASI INFORMATIKA (IK)</u></b>	
<b>IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEANS DAN J48 DALAM MENGIDENTIFIKASI DIABETES INSIPIDUS PADA USIA PRODUKTIF: MAHASISWA</b> Apriandy Angdresey dan Jeniver Matruty	IK-1
<b>PENGELOMPOKAN TINGKAT KRIMINALITAS DI KOTA YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING</b> Eduardus Hardika Sandy Atmaja	IK-7
<b>APLIKASI PENENTUAN JALUR TERDEKAT KE LOKASI ATM MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA</b> Gledys F Sigarlaki, Debby Paseru, dan Thomas Suwanto	IK-16
<b>SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN PASAR TRADISIONAL DI KOTA KUPANG BERBASIS WEB</b> Jetri Nabuasa dan Natalia Magdalena R. Mamulak	IK-24
<b>PENGGUNAAN FUNGSI HEURISTIK SEDERHANA PADA NON-PLAYER CHARACTER PERMAINAN LUDO</b> R. Kristoforus Jawa Bendi dan Amelia Sibagariang	IK-31

<b>IMPLEMENTASI MODEL GAMIFIKASI DENGAN MDA FRAMEWORK PADA APLIKASI PENGELOLAAN MATA KULIAH</b> Michael George Sumampouw	IK-42
<b>PERBANDINGAN METODE NEWTON-RAPHSON MODIFIKASI DAN METODE SECANT MODIFIKASI DALAM PENENTUAN AKAR PERSAMAAN</b> Patrisius Batarius	IK-53
<b>RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION DENGAN AKSES MULTI-LEVEL BERBASIS WEB</b> Pinrolinvic Manembu dan Debby Paseru	IK-64
<b>REKOMENDASI MAKANAN DENGAN PENDEKATAN TECHNIQUE FOR ORDER PERFORMANCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)</b> Robertus Adi Nugroho	IK-72
<b>PENERAPAN TEKNIK PEWARNAAN SIMPUL GRAF PADA PERMASALAHAN PENJADWALAN KULIAH</b> Theresia Sunarni, R. Kristoforus Jawa Bendi, dan Achmad Alfian	IK-83
<b>APLIKASI WEB GAMIFIKASI MATA KULIAH</b> Escobar Sumampouw, Thomas Suwanto, dan Rinaldi Munir	IK-92
<b>DEVELOP SMART CITY GOVERNANCE THROUGH SOCIETY PERCEPTION CHANGE BASED ON GOOGLE FORM APPLICATION</b> N. Tri Suswanto Saptadi dan Ferdinandus Sampe	IK-101
<b>SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PROGRAM STUDI DI UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE MANADO MENGUNAKAN METODE AHP</b> Vivie Deyby Kumenap	IK-111
 <b><u>KELOMPOK KONSENTRASI SAINS DAN TEKNOLOGI</u></b>	
<b>NANO ADSORBEN DARI BIOPOLIMER SELULOSA SEBAGAI PENYERAP TEMBAGA DALAM AIR</b> Shella Permatasari Santoso	ST-1
<b>PENGEMBANGAN MODEL VERTICAL CONSTRUCTED WETLAND SEBAGAI ALTERNATIF SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK PERMUKIMAN KAMPUNG KOTA</b> Haryati Sutanto dan Paulus Bawole	ST-8
<b>ANALISIS DATA KETAHANAN HIDUP DENGAN MODEL REGRESI COX PROPORSIONAL HAZARDS</b> Etri Amiani dan Ig. Aris Dwiatmoko	ST-17
<b>PENYELESAIAN MASALAH PENGEPAKAN BARANG DENGAN ALGORITMA GENETIKA</b> Christina Eka Septyaningsih dan Hartono	ST-25

**PIROLISIS PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR KENDARAAN  
BERMOTOR**

Setiyadi Celerina dan Ronny A

ST-35

**SIMULASI NUMERIS GELOMBANG PERIODIK DI PANTAI  
BERTOPOGRAFI MIRING MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK  
ANUGA**

Sudi Mungkasi

ST-41

## **SIMULASI NUMERIS GELOMBANG PERIODIK DI PANTAI BERTOPOGRAFI MIRING MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ANUGA**

**Sudi Mungkasi**

*Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma,  
Mrican, Tromol Pos 29, Yogyakarta 55002, Indonesia,  
E-mail: sudi@usd.ac.id*

### **ABSTRAK**

*Makalah ini menyajikan hasil penelitian tentang suatu gelombang periodik yang terjadi di pantai bertopografi miring. Model matematika yang diterapkan adalah sistem persamaan gelombang air dangkal. Model ini diselesaikan secara numeris menggunakan perangkat lunak ANUGA. Metode numeris yang menjadi inti perangkat lunak ANUGA adalah metode volume hingga. Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi ANUGA untuk simulasi gelombang periodik di pantai bertopografi miring. Uji numeris yang dipilih adalah suatu masalah yang diketahui solusi eksaknya, sehingga solusi numeris dapat dibandingkan dengan solusi eksak tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa solusi numeris ANUGA sangat akurat. Dengan demikian, diyakini bahwa perangkat lunak ANUGA bisa digunakan untuk simulasi numeris gelombang periodik di pantai bertopografi miring untuk kasus umum, yang biasanya solusi eksaknya tidak diketahui.*

*Kata Kunci: simulasi numeris, gelombang periodik, pantai, topografi miring, ANUGA*

### **1. PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengertian Gelombang Air Dangkal**

Gelombang air dangkal adalah gelombang air dengan sifat bahwa amplitudo gelombangnya amat sangat kecil jika dibandingkan dengan panjang gelombangnya. Salah satu contoh gelombang air dangkal adalah tsunami yang terjadi di laut. Meskipun kedalaman laut secara fisik sangat dalam, gelombang tsunami yang terjadi di laut mempunyai amplitudo yang amat sangat kecil dibandingkan dengan panjang gelombang tsunami. Contoh lain adalah gelombang pantai dengan amplitudo yang kecil.

Tujuan penelitian ini adalah memvalidasi suatu perangkat lunak (bernama ANUGA) untuk simulasi pergerakan gelombang air dangkal yang terjadi di pantai bertopografi miring. Secara umum gelombang pantai yang dekat dengan daratan bisa menjadi gelombang air dalam. Namun demikian, pembahasan makalah ini terbatas pada gelombang pantai yang diasumsikan memenuhi syarat pengertian gelombang air dangkal.

Manfaat mempelajari gelombang air dangkal di pantai bisa dikaitkan dengan bidang pemanenan energi, transportasi, perikanan, dan lain-lain. Dalam bidang pemanenan energi, gelombang pantai bisa diperlakukan sebagai pembangkit listrik dengan diambil energi kinetiknya. Dalam bidang transportasi, penelitian gelombang pantai bisa digunakan untuk perencanaan pembangunan pelabuhan kapal laut. Dalam bidang perikanan, penelitian ini bisa dikaitkan dengan waktu bagi nelayan untuk menangkap ikan. Tentunya masih banyak manfaat lain dari penelitian ini.

#### **1.2 Tinjauan Pustaka**

Gelombang air dangkal telah dimodelkan secara gradual mulai dari yang sederhana hingga yang rumit. Secara sederhana, gelombang air dangkal telah dimodelkan oleh Saint-Venant pada abad kesembilanbelas. Saint-Venant (1871) menerbitkan hasil penelitiannya tentang gelombang air dangkal pada topografi datar dalam ruang satu dimensi. Lebih lanjut, model tersebut telah digunakan untuk menyelesaikan masalah bendungan bobol dengan topografi datar dengan satu sisi bendungan basah dan sisi yang lainnya kering oleh Ritter (1892). Masalah bendungan bobol dengan topografi datar dengan semua sisi bendungan basah telah diselesaikan secara eksak oleh Stoker (1948). Model Saint-Venant satu dimensi selanjutnya diperumum menjadi dua dimensi dan tiga dimensi, misalnya lihat karya LeVeque (2002). Sistem persamaan yang lebih umum adalah sistem persamaan Navier-Stokes. Model-model ini telah dipelajari untuk simulasi berbagai aliran ataupun gelombang, misalnya aliran air sungai dan gelombang air laut.

Gelombang air dengan amplitudo berhingga yang terjadi di pantai bertopografi miring telah dipelajari oleh sejumlah peneliti. Carrier dan Greenspan (1958) menyajikan dua jenis solusi eksak gelombang di pantai bertopografi miring, yaitu solusi transien dan solusi periodik. Gelombang pantai juga dipelajari secara numeris dan analitis, misalnya oleh Aydin dan Kanoglu (2017), Bellotti dan Brocchini (2001), Briganti dan Dodd (2009), Brocchini dkk. (2002), serta Dietrich dkk. (2004). Namun demikian, perlu ada suatu perangkat lunak yang valid yang memudahkan

para peneliti untuk mensimulasikan masalah gelombang pantai. Makalah ini akan mengisi celah penelitian tersebut dengan melakukan validasi perangkat lunak ANUGA.

### 1.3 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam makalah ini adalah kajian pustaka yang dilengkapi dengan uji numeris. Kajian pustaka meliputi model matematika dan penyelesaian eksak yang terkait tema penelitian. Uji numeris yang dimaksud adalah simulasi kasus gelombang periodik di pantai menggunakan perangkat lunak ANUGA yang berdasarkan metode volume hingga. Solusi yang dihasilkan oleh ANUGA dalam uji numeris dibandingkan dengan solusi eksaknya. Hasil ini dianalisis dan didiskusikan untuk selanjutnya diambil rekomendasi yang berguna bagi khalayak.

## 2. PEMBAHASAN

Dalam bagian ini secara berurutan dijabarkan model matematika, solusi eksak sistem persamaan gelombang air dangkal, perangkat lunak ANUGA, setting simulasi numeris, serta hasil dan diskusi penelitian.

### 2.1 Model Matematika

Sistem persamaan air dangkal adalah sistem persamaan simultan yang dalam satu dimensi diberikan oleh dua persamaan berikut:

$$\left[ \bar{u}(\bar{\eta} + \bar{h}) \right]_{\bar{x}} = -\bar{\eta}_{\bar{t}}, \quad (1)$$

$$\bar{u}_{\bar{t}} + \bar{u} \bar{u}_{\bar{x}} = -g \bar{\eta}_{\bar{x}}, \quad (2)$$

yang secara berturut-turut adalah persamaan kekekalan massa dan persamaan kekekalan momentum. Di sini,  $\bar{x}$  adalah variabel ruang,  $\bar{t}$  adalah variabel waktu,  $\bar{u}(\bar{x}, \bar{t})$  adalah kecepatan gerak air,  $\bar{\eta}(\bar{x}, \bar{t})$  adalah ketinggian air diukur dari permukaan acuan ke permukaan air secara vertikal,  $\bar{h}(\bar{x})$  adalah kedalaman air diukur dari permukaan acuan ke permukaan topografi secara vertikal, dan  $g$  adalah konstanta percepatan gravitasi. Sebagai catatan bahwa kedalaman total adalah jarak antara permukaan air dan permukaan topografi, sehingga kedalaman total adalah  $\bar{w}(\bar{x}, \bar{t}) = \bar{\eta}(\bar{x}, \bar{t}) + \bar{h}(\bar{x})$ . Tanda bar di atas variabel digunakan untuk melambangkan bahwa variabel tersebut adalah variabel berdimensi.

Carrier dan Greenspan (1958) mengenalkan kuantitas-kuantitas tak-berdimensi sebagai berikut:

$$u = \frac{\bar{u}}{u_0}, \quad \eta = \frac{\bar{\eta}}{\alpha l_0}, \quad x = \frac{\bar{x}}{l_0}, \quad t = \frac{\bar{t}}{T}, \quad c^2 = \frac{(\bar{h} + \bar{\eta})}{\alpha l_0}, \quad (3)$$

dengan

$$T = \frac{l_0}{\alpha g}, \quad v_0 = \sqrt{g l_0 \alpha}. \quad (4)$$

Di sini,  $u_0$  adalah suatu kecepatan acuan,  $l_0$  adalah panjang acuan, dan kedalaman air diasumsikan mempunyai kemiringan seragam yaitu  $\bar{h} = -\alpha \bar{x}$ . Substitusi kuantitas-kuantitas tak-berdimensi (3) dan (4) ke dalam persamaan (1) dan (2) menghasilkan sistem persamaan gelombang air dangkal tak berdimensi:

$$u_t + uu_x + \eta_x = 0, \quad (5)$$

$$\left[ u(\eta - x) \right]_x + \eta_t = 0. \quad (6)$$

Sistem persamaan air dangkal (1) dan (2) serta (5) dan (6) merupakan persamaan-persamaan hiperbolik. Solusinya bisa bersifat kontinu maupun diskontinu (LeVeque, 1992). Bahkan solusinya bisa menjadi diskontinu meskipun kondisi awalnya bersifat kontinu.

### 2.2 Solusi Eksak Sistem Persamaan Gelombang Air Dangkal

Hingga saat ini, sistem persamaan gelombang air dangkal belum ditemukan solusi umumnya. Solusi eksak hanya tersedia untuk kasus-kasus khusus. Salah satu kasus khusus yang sudah ditemukan solusi eksaknya adalah masalah gelombang periodik di pantai bertopografi miring.

Untuk menyelesaikan masalah gelombang periodik di pantai bertopografi miring secara eksak, Carrier dan Greenspan (1958) menulis ulang sistem (5) dan (6) ke dalam bentuk dengan  $\alpha$  dan  $\beta$  berperan sebagai variabel-variabel bebas, serta  $u$ ,  $c$ ,  $x$ ,  $t$  berperan sebagai variabel tak-bebas yang bergantung pada  $\alpha$  dan  $\beta$ . Mengikuti transformasi yang pernah digunakan oleh Stoker (1948):

$$x_\beta - (u+c)t_\beta = 0, \quad (7)$$

$$x_\alpha - (u-c)t_\alpha = 0, \quad (8)$$

$$u_\beta + 2c_\beta + t_\beta = 0, \quad (9)$$

$$u_\alpha - 2c_\alpha + t_\alpha = 0, \quad (10)$$

persamaan (9) dan (10) dapat diintegrasikan secara eksplisit menjadi:

$$u + 2c + t = \alpha, \quad (11)$$

$$u - 2c + t = -\beta. \quad (12)$$

Di sini, "konstanta integrasi" telah dipilih agar perhitungan-perhitungan menjadi sederhana. Dari persamaan (11) dan (12), diperoleh:

$$u + t = (\alpha - \beta)/2 = \lambda/2, \quad (13)$$

$$c = (\alpha + \beta)/4 = \sigma/4, \quad (14)$$

dengan  $\lambda = \alpha - \beta$  dan  $\sigma = \alpha + \beta$ . Akhirnya dengan menetapkan  $\lambda$  dan  $\sigma$  sebagai variabel bebas menggantikan  $\alpha$  dan  $\beta$ , persamaan (7) dan (8) menjadi:

$$x_\sigma - ut_\sigma + ct_\lambda = 0, \quad (15)$$

$$x_\lambda + ct_\sigma - ut_\lambda = 0. \quad (16)$$

Eliminasi variabel  $x$  dari persamaan (15) dan (16) menghasilkan suatu persamaan diferensial parsial linear orde dua untuk variabel  $t$ , yaitu:

$$\sigma(t_{\lambda\lambda} - t_{\sigma\sigma}) - 3t_\sigma = 0, \quad (17)$$

dan karena  $u + t = \lambda/2$  maka  $u$  juga harus memenuhi persamaan (17). Lebih lanjut, dengan mengacu pada persamaan (13) dan (16), jika dikenalkan fungsi potensial  $\phi(\sigma, \lambda)$  sehingga berlaku

$$v = \sigma^{-1}\phi_\sigma(\sigma, \lambda), \quad (18)$$

maka diperoleh bahwa solusi persamaan air dangkal tak-berdimensi harus memenuhi empat persamaan berikut:

$$x = \phi_\lambda/4 - \sigma^2/16 - u^2/2, \quad (19)$$

$$\eta = c^2 + x = \phi_\lambda/4 - u^2/2, \quad (20)$$

$$t = \lambda/2 - u, \quad (21)$$

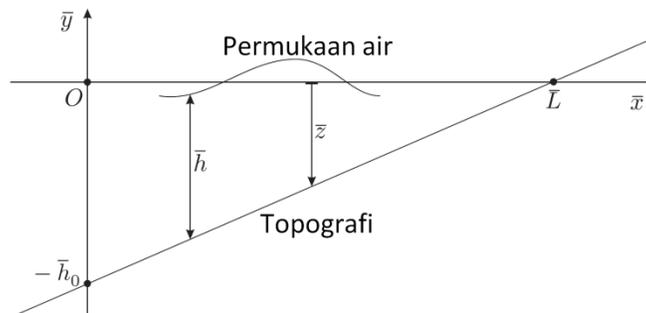
$$(\sigma\phi_\sigma)_\sigma - \sigma\phi_{\lambda\lambda} = 0. \quad (22)$$

Salah satu solusi khusus untuk empat persamaan (7)-(10) adalah:

$$\phi = AJ_0(\omega\sigma)\cos(\omega\lambda - \psi), \quad (23)$$

dengan  $J_0$  adalah suatu fungsi Bessel, serta  $A$ ,  $\omega$ ,  $\psi$  masing-masing adalah konstanta. Bentuk lain fungsi potensial yang memenuhi misalnya:

$$\phi = AJ_0(\omega\sigma)\sin(\omega\lambda). \quad (24)$$



Gambar 1. Ilustrasi masalah gelombang di pantai bertopografi miring.

Menggunakan kerangka teori di atas, Mungkasi dan Roberts (2012) memandang suatu masalah gelombang pantai seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Salah satu solusi periodik untuk masalah tersebut adalah

$$w = -\frac{1}{2}u^2 + AJ_0(4\pi\sqrt{w+1-x}/T)\cos(2\pi(u+t)/T), \quad (25)$$

$$u = -\frac{AJ_1(4\pi\sqrt{w+1-x}/T)}{\sqrt{w+1-x}}\sin(2\pi(u+t)/T). \quad (26)$$

Perlu diingat bahwa solusi (25) dan (26) adalah dalam bentuk tak-berdimensi. Untuk mengetahui solusi dalam variabel berdimensi, hasil ini perlu ditransformasi balik ke variabel fisiknya.

### 2.3 Perangkat Lunak ANUGA

ANUGA adalah perangkat lunak yang ditulis dalam bahasa pemrograman Python, dengan prosedur yang komputasinya mahal ditulis dalam bahasa pemrograman C. ANUGA terdiri atas dua kata, yaitu ANU dan GA yang ditulis secara sambung yang merupakan singkatan dari institusi pengembangnya: *Australian National University* (ANU) dan *Geoscience Australia* (GA). ANUGA dikembangkan berdasarkan metode numeris volume hingga untuk masalah-masalah aliran air dua dimensi. Dengan demikian, ANUGA mempunyai kemampuan untuk simulasi masalah berdimensi dua atau dibawahnya, yaitu dimensi satu (Roberts dkk., 2010). Perangkat lunak ANUGA dapat diunduh secara gratis dari laman resminya (<https://anuga.anu.edu.au>).

Model satu dimensi gelombang air dangkal Saint-Venant (1) dan (2) untuk gelombang seperti pada Gambar 1 dapat ditulis ulang menjadi

$$\bar{\mathbf{q}}_t + \bar{\mathbf{f}}(\bar{\mathbf{q}})_{\bar{x}} = \bar{\mathbf{s}}, \quad (27)$$

dengan

$$\bar{\mathbf{q}} = \begin{bmatrix} \bar{h} \\ \bar{h}\bar{u} \end{bmatrix}, \quad \bar{\mathbf{f}}(\bar{\mathbf{q}}) = \begin{bmatrix} \bar{h}\bar{u} \\ \bar{h}\bar{u}^2 + \frac{1}{2}g\bar{h}^2 \end{bmatrix}, \quad \bar{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} 0 \\ -g\bar{h}\bar{z}_{\bar{x}} \end{bmatrix} \quad (28)$$

secara berturut-turut adalah vektor kuantitas kekal, vektor fluks, dan suku sumber. Perilaku penyelesaian model Saint-Venant sangat dipengaruhi oleh kedalaman air dan kecepatan awal gerakan air tersebut.

Model satu dimensi Saint-Venant dengan topografi tanah yang tidak datar (27) dan (28), selanjutnya diperluas lagi ke dalam dua dimensi, seperti yang dipakai dalam perangkat lunak ANUGA (Roberts dkk., 2010). Model dua dimensi Saint-Venant dinyatakan oleh tiga persamaan berikut

$$\frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{t}} + \frac{\partial(\bar{u}\bar{h})}{\partial \bar{x}} + \frac{\partial(\bar{v}\bar{h})}{\partial \bar{y}} = 0, \quad (29)$$

$$\frac{\partial(\bar{u}\bar{h})}{\partial \bar{t}} + \frac{\partial(\bar{u}^2\bar{h} + \frac{1}{2}g\bar{h}^2)}{\partial \bar{x}} + \frac{\partial(\bar{v}\bar{u}\bar{h})}{\partial \bar{y}} = -g\bar{h}\frac{\partial \bar{z}}{\partial \bar{x}} - g\frac{n^2\bar{u}\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}}{\bar{h}^{1/3}}, \quad (30)$$

$$\frac{\partial(\bar{v}\bar{h})}{\partial \bar{t}} + \frac{\partial(\bar{u}\bar{v}\bar{h})}{\partial \bar{x}} + \frac{\partial(\bar{v}^2\bar{h} + \frac{1}{2}g\bar{h}^2)}{\partial \bar{y}} = -g\bar{h}\frac{\partial \bar{z}}{\partial \bar{y}} - g\frac{n^2\bar{v}\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}}{\bar{h}^{1/3}}. \quad (31)$$

Variabel bebas untuk model dua dimensi Saint-Venant adalah waktu  $\bar{t}$ , ruang  $\bar{x}$ , dan ruang  $\bar{y}$ . Tiga kuantitas kekal yang terlibat adalah massa yang diwakili oleh kedalaman air  $\bar{h} = \bar{h}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{t})$ ;  $\bar{x}$ -momentum  $\bar{u}\bar{h}$ ; dan  $\bar{y}$ -momentum  $\bar{v}\bar{h}$ . Variabel  $\bar{u} = \bar{u}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{t})$  mewakili kecepatan dalam arah  $\bar{x}$ . Variabel  $\bar{v} = \bar{v}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{t})$  menyatakan kecepatan dalam arah  $\bar{y}$ . Variabel  $\bar{z} = \bar{z}(\bar{x}, \bar{y})$  menyatakan topografi. Konstanta  $g$  adalah percepatan gravitasi. Notasi  $n$  menyatakan faktor gesek Manning. Dengan mengabaikan kontribusi komponen arah  $\bar{y}$ , diperoleh sistem satu dimensi (27) dan (28) yang ekuivalen dengan sistem (1) dan (2).

### 2.4 Setting Simulasi

Pada subbagian ini, disajikan hasil simulasi gelombang periodik di pantai bertopografi miring. Salah satu paket uji validasi yang sudah tersedia dalam perangkat lunak ANUGA adalah `carrier Greenspan periodic` yang terdapat dalam direktori ANUGA:

`anuga/anuga_core/source/anuga_validation_tests/analytical_exact/carrier Greenspan periodic`

Dalam direktori tersebut, sudah tersedia paket uji simulasi gelombang periodik untuk pantai bertopografi miring. Paket uji simulasi tersebut dibuat oleh penulis dari Universitas Sanata Dharma dan Prof. Dr. Stephen Gwyn Roberts dari *Australian National University*.

**Tabel 1. Asumsi parameter dan diskritisasi domain pantai bertopografi miring.**

Parameter	Nilai (Satuan dalam SI MKS)
Langkah ruang dimensi kesatu ( $\Delta\bar{x}$ )	100
Langkah ruang dimensi kedua ( $\Delta\bar{y}$ )	100
Panjang domain ruang ( $\bar{L}$ )	50.000
Lebar domain ruang ( $\bar{W}$ )	500
Kedalaman air di titik asal saat keadaan diam ( $\bar{h}_0$ )	500
Periode osilasi	900
Amplitudo di titik asal	1
Percepatan gravitasi	9.81

Misalkan diketahui domain pantai bertopografi miring seperti tampak pada Gambar 1. Domain ini dimasukkan dalam perhitungan numeris ANUGA dengan asumsi parameter seperti dirangkum dalam Tabel 1 dalam satuan Standar Internasional (SI) Meter-Kilogram-Second (MKS).

```
"""
Periodic water flows using ANUGA,
where water driven up a linear sloping beach and time varying boundary.
Ref1: Carrier and Greenspan, Journal of Fluid Mechanics, 1958
Ref2: Mungkasi and Roberts, Int. J. Numerical Methods in Fluids, 2012
"""

#-----
# Import necessary modules
#-----
import sys
import anuga
from anuga import Domain as Domain
from math import cos
from numpy import zeros, array
from time import localtime, strftime, gmtime
from scipy.optimize import fsolve
from math import sin, pi, exp, sqrt
from scipy.special import jn

#-----
# Copy scripts to time stamped output directory and capture screen
# output to file
#-----
time = strftime('%Y%m%d_%H%M%S', localtime())
output_dir = '.'
output_file = 'carrier_greenspan'

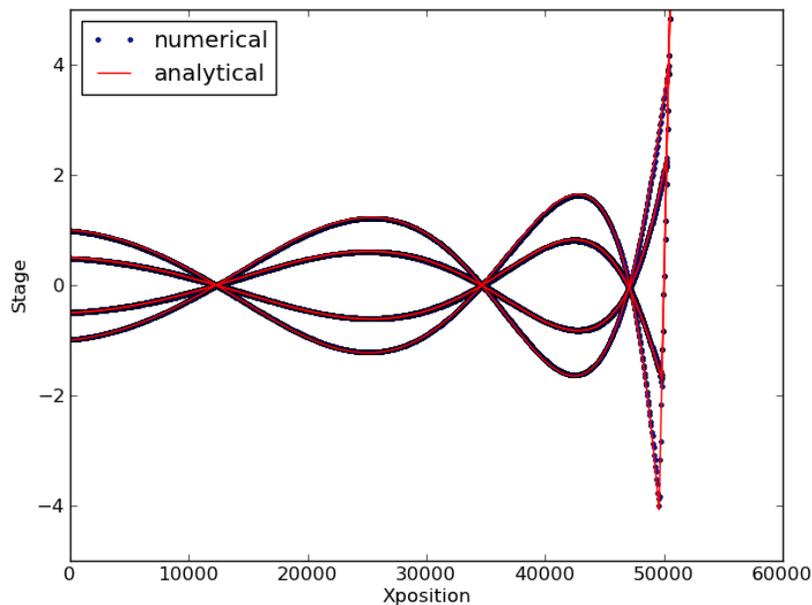
#-----
# Setup domain
#-----
#DIMENSIONAL PARAMETERS
dx = 100.
dy = dx
```

**Gambar 2. Contoh potongan kode pemrograman Python pada perangkat lunak ANUGA.**

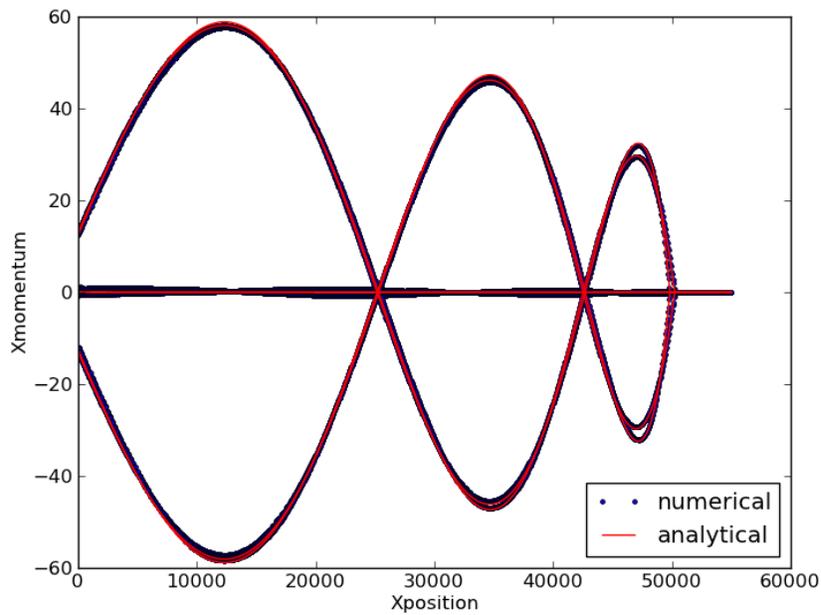
Gambar 2 menunjukkan suatu tampilan potongan kode ANUGA untuk simulasi gelombang periodik pada pantai bertopografi miring. Kode ini menggunakan bahasa pemrograman Python. Seperti pada pemrograman standar Python, di awal program dipanggil semua fungsi yang akan digunakan dari berbagai library yang ada. Selanjutnya, direktori kerja ditetapkan dan parameter perhitungan numeris didefinisikan. Setelah setting numeris telah dibuat, maka input-input tersebut dimasukkan dalam fungsi *evolve* yang berada dalam *class domain* dari ANUGA. Hasil perhitungan disimpan dalam bentuk file berekstensi *sww*. File *sww* ini dapat dibuka dengan program ANUGA viewer.

## 2.5 Hasil dan Diskusi

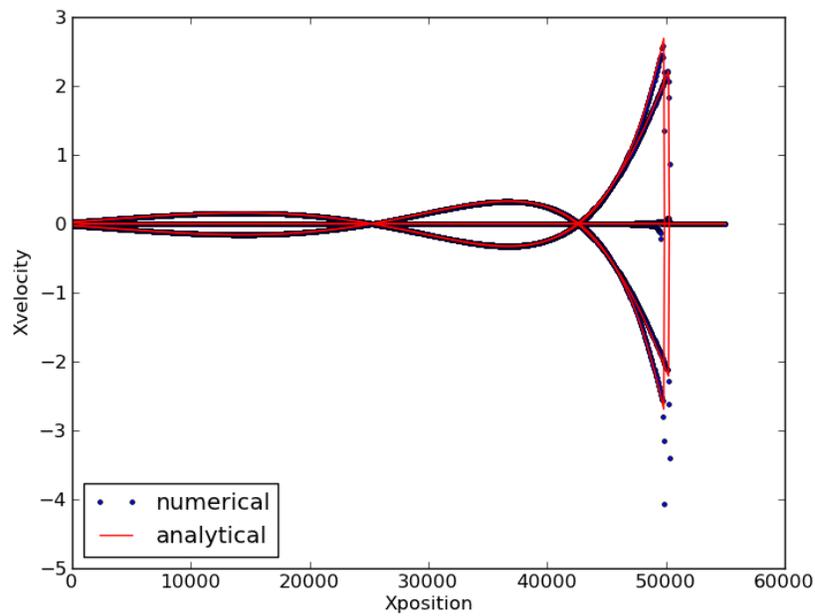
Contoh representasi hasil simulasi ditunjukkan dalam Gambar 3-6. Beberapa kurva permukaan air di pantai hasil simulasi ditunjukkan oleh Gambar 3. Kurva-kurva momentum untuk beberapa waktu yang berbeda ditunjukkan dalam Gambar 4. Ilustrasi kurva kecepatan untuk beberapa waktu yang berbeda ditunjukkan oleh Gambar 5. Dari Gambar 3-5, tampak bahwa solusi numeris ANUGA sangat akurat dibandingkan dengan solusi eksak analitisnya, yaitu kurva solusi numeris ANUGA berhimpit dengan kurva solusi eksaknya. Lebih lanjut, Gambar 6 menunjukkan setelah waktu perhitungan numeris sebesar empat kali periode, gelombang periodik di pantai bertopografi miring benar-benar terbentuk. Perlu dicatat bahwa pada Gambar 2 serta Gambar 3-6, pemrograman, keterangan, dan legenda menggunakan bahasa Inggris, karena perangkat lunak ANUGA memang ditujukan untuk khalayak luas internasional.



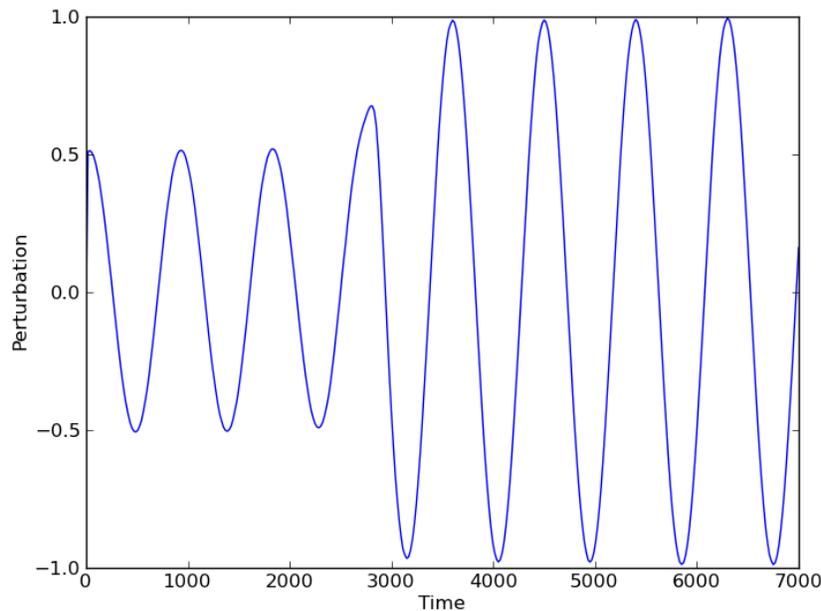
Gambar 3. Hasil simulasi ANUGA untuk ilustrasi permukaan air gelombang periodik.



Gambar 4. Hasil simulasi ANUGA untuk ilustrasi momentum air arah x pada gelombang periodik.



Gambar 5. Hasil simulasi ANUGA untuk ilustrasi kecepatan air arah x pada gelombang periodik.



Gambar 6. Hasil simulasi ANUGA untuk ilustrasi posisi vertikal garis pantai terhadap waktu.

### 3. KESIMPULAN

Makalah ini telah menyajikan hasil penelitian gelombang periodik di pantai bertopografi miring. Model matematika dan perangkat lunak ANUGA telah divalidasi melalui uji simulasi gelombang periodik di daerah pantai tersebut. Hasil simulasi menunjukkan bahwa solusi numeris ANUGA akurat sesuai dengan solusi eksaknya. Dengan demikian, perangkat lunak ANUGA diyakini dapat digunakan untuk simulasi masalah-masalah gelombang pantai yang lain yang mana solusi eksaknya belum ada secara eksplisit. Dalam penelitian yang akan datang, perlu diteliti secara detail terkait kemampuan ANUGA dalam menyelesaikan masalah antarmuka domain ruang basah dan kering.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas dukungan dana Hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi dari Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) Republik Indonesia tahun 2018.

### PUSTAKA

- Aydin, B., Kanoglu, U. 2017. New analytical solution for nonlinear shallow water-wave equations. *Pure and Applied Geophysics*, 174 (8): 3209-3218.
- Bellotti G. & Brocchini, M. 2001. On the shoreline boundary conditions for Boussinesq-type models. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 37 (4): 479-500.
- Briganti, R. & Dodd, N. 2009. Shoreline motion in nonlinear shallow water coastal models. *Coastal Engineering*, 56 (5-6): 495-505.
- Brocchini, M, Svendsen, I. A., Prasad, R. S., & Bellotti, G. 2002. A comparison of two different types of shoreline boundary conditions. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 191 (39-40): 4475-4496.
- Carrier, G. F. & Greenspan, H. P. 1958. Water waves of finite amplitude on a sloping beach. *Journal of Fluid Mechanics*, 4 (1): 97-109.
- Dietrich, J. C., Kolar, R. L., & Luettich, R. A. 2004. Assessment of ADCIRC's wetting and drying algorithm. In C. T. Miller et al. (editors), *Proceedings of the 15th International Conference on Computational Methods in Water Resources (CMWR XV)*, 13-17 June 2004, 2: 1767-1778.
- LeVeque, R. J. 1992. *Numerical Methods for Conservation Laws*. Second edition. Basel: Birkhauser Verlag.
- LeVeque, R. J. 2002. *Finite-Volume Methods for Hyperbolic Problems*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Mungkasi, S. & Roberts, S. G. 2012. Approximations of the Carrier-Greenspan periodic solution to the shallow water wave equations for flows on a sloping beach. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 69 (4): 763-780.
- Ritter, A. 1892. Die fortpflanzung der wasserwellen. *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, 36 (33): 947-954.
- Roberts, S., Nielsen, O., Gray, D., & Sexton, J. 2010. *ANUGA User Manual*. Canberra: Geoscience Australia.
- Saint-Venant, A. J. C. B. 1871. Theorie du mouvement non-permanent des eaux, avec application aux crues des rivieres et a l'introduction des marees dans leur lits. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Paris*, 73: 147-154, 237-240.
- Stoker, J. J. 1948. The formation of breakers and bores. *Communications on Pure and Applied Mathematics*, 1 (1): 1-87.